دانشکده فنی و مهندسی

گروه مهندسی برق

واترمارکینگ تصاویر دیجیتال در حوزه تبدیل با استفاده از نظریه آشوب

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی برق گرایش مخابرات

دانشجو:

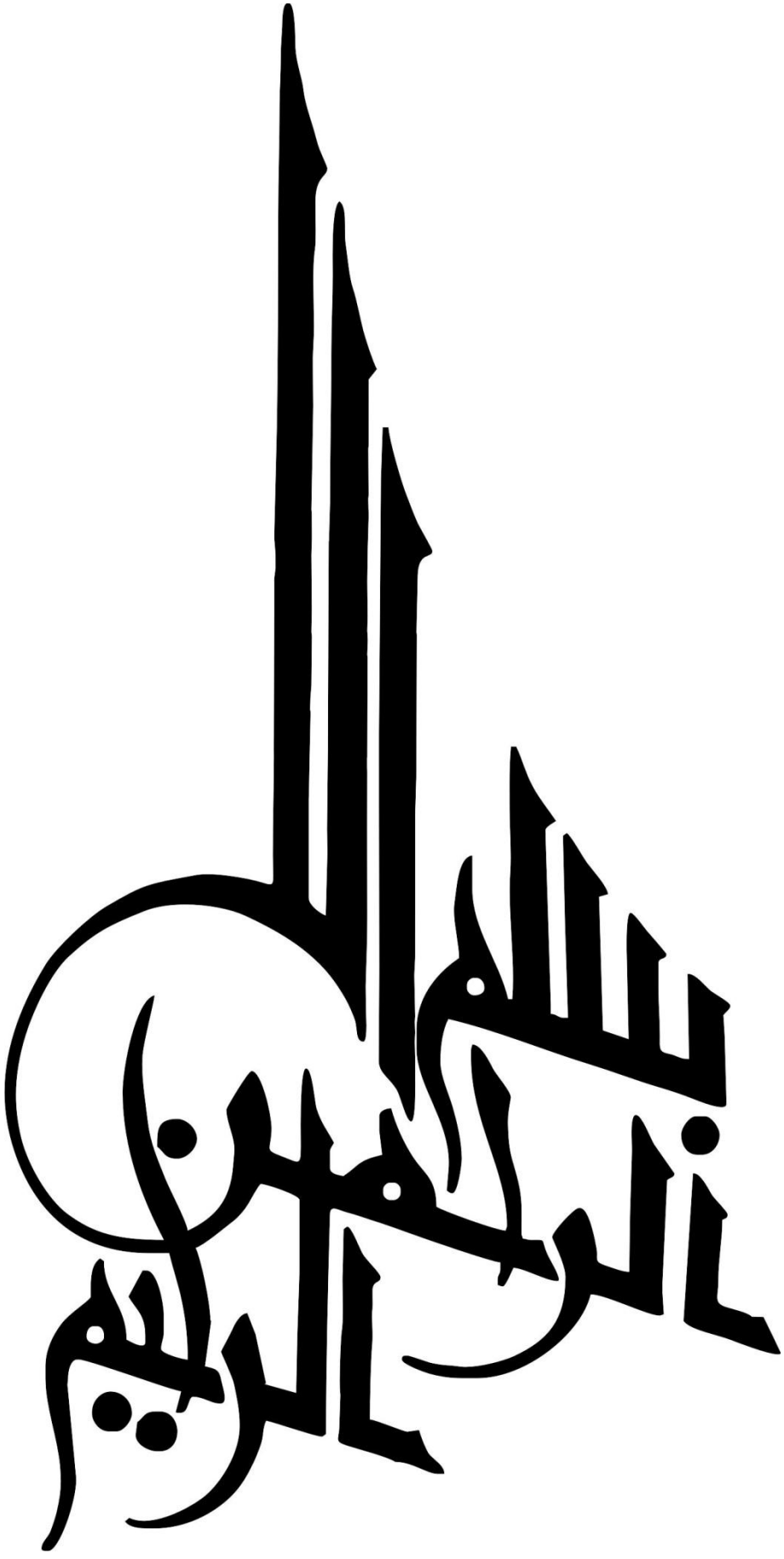
نازیلا پناهی

اساتید راهنما:

دکتر مهدی چهل امیرانی

دکتر سهراب بهنیا

مهر ماه ۱۳۹۱


بسم الله الرحمن الرحيم

فرم شماره۱۴

دانشکده..... فنی .....

پایان نامه آقای/خانم ..... نازلا پناهی ..... به شماره دانشجویی .....۸۸۲۱۴۱۰۰۶..... با عنوان ..... واترمارکینگ تصاویر دیجیتال در حوزه تبدیل با استفاده از نظریه آشوب ..... به تاریخ .....۹۱/۷/۱۵..... و شماره ثبت ..... شماره .....۲-۸۲۴..... مورد پذیرش هیات محترم داوران با رتبه ..... خوب ..... و نمره .....۱۷/۵ (هفده و پنج) ..... قرار گرفت.

کمیته دفاع	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱)استاد راهنما و رئیس هیات داوران	مهدی چهل ایرانی	
۲)استاد راهنمای دوم	دکتر بهنیا	
۳)استاد مشاور (در صورت وجود)	———	———
۴)داور خارجی	دکتر مرادی	
۵)داور داخلی	دکتر قادری	
۶) نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر شعبانی	

حق چاپ و نشر برای دانشگاه ارومیه محفوظ می باشد.

چکیده:

امروزه با پیشرفت روز افزون تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری ارتباط جمعی، دسترسی سریع به انواع اطلاعات دیجیتال،در محیط های تبادل اطلاعات عمومی از جمله اینترنت، به سهولت امکان پذیر است . در کنار دستاوردهای شگرفی که این امر به ارمغان می آورد، مشکلاتی را نیز به همراه دارد . از جمله این مشکلات، امکان کپی برداری از اسناد و همچنین دستکاری در محتوای دیجیتال است . بنابراین نیاز به ارائه ی تمهیداتی در جهت حفظ حق مالکیت معنوی صاحبان آثار به صورت جدی احساس می شود.

واترمارکینگ از جمله راه حل های ارائه شده برای این موضوع می باشد . در این روش، اطلاعاتی داخل سند دیجیتال قرار داده می شود و بدین طریق می توان به اهداف مختلفی از جمله پیشگیری از تکثیر غیر قانونی اسناد یا اثبات مالکیت دست یافت . این تکنولوژی برای انواع اسناد دیجیتال از جمله صوت، تصویر، ویدئو و متن قابل استفاده می باشد.

در این تحقیق واترمارکینگ مقاوم تصویر دیجیتال بررسی شده، روش جدیدی در حوزه تبدیل و با استفاده از نظریه آشوب ارائه می گردد. عملکرد طرح پیشنهادی در مقابل حملات متداول پردازش تصویر بررسی شده و نتایج شبیه سازی حکایت از موفقیت روش ارائه شده دارد.

کلمات کلیدی: واترمارکینگ دیجیتال تصویر، حوزه تبدیل،نظریه آشوب، حملات هندسی تصویر

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- طرح مسأله ۱

۱-۲-۱- تعریف ۲

فصل دوم: واترمارکینگ

۲-۱- مقدمه ۳

۲-۲- طرح مساله ۳

۲-۲-۱- تعریف ۳

۲-۲-۲-واترمارکینگ و فشرده سازی ۵

۲-۲-۳- اصطلاحات رایج در واترمارکینگ ۵

۲-۳- تاریخچه ی پنهان کردن اطلاعات ۶

۲-۴- کاربردهای واترمارکینگ ۸

۲-۴-۱- حفاظت از قانون کپی ۸

۲-۴-۲- حفاظت از کپی ۸

۲-۴-۳- ردیابی‌کپی‌کننده غیر مجاز ۸

۲-۴-۴- بازرسی پخش ۸

۲-۴-۵- اندیس زدن در کاربردهای پزشکی و عکاسی ۹

۲-۴-۶- تایید هویت ۹

۲-۴-۷- تصدیق مالکیت ۹

۲-۵- سایر نکات در طراحی سیستم واترمارکینگ ۹

۲-۵-۱- مرئی و نامرئی ۱۰
۲-۵-۱-۱- واترمارک مرئی ۱۰
۲-۵-۱-۲- واترمارک نامرئی..... ۱۰
۲-۵-۱-۲-۱- مقاوم ۱۰
۲-۵-۱-۲-۲- نیمه شکننده ۱۰
۲-۵-۱-۲-۳- شکننده ۱۱
۲-۵-۲- روش آشکارسازی واترمارک ۱۱
۲-۵-۲-۱- طرح کور ۱۲
۲-۵-۲-۲- طرح بینا ۱۲
۲-۵-۳- دی کدینگ یا استخراج واترمارک ۱۲
۲-۵-۴- حوزه پردازش ۱۳
۲-۵-۴-۱- حوزه مکان ۱۳
۲-۵-۴-۲- حوزه تبدیل ۱۳
۲-۵-۴-۲-۱- تبدیل فوریه گسسته ۱۴
۲-۵-۴-۲-۲- تبدیل کسینوسی گسسته ۱۴
۲-۵-۴-۲-۳- تبدیل موجک ۱۵
۲-۵-۴-۲-۴- تبدیل Ridgelet محدود ۱۶
۲-۵-۴-۲-۵- سایرحوزه ها ۱۶
۲-۵-۵- تکنیک نهان سازی ۱۷
۲-۵-۵-۱- تکنیک جمعی ۱۷
۲-۵-۵-۲- تکنیک ضربی ۱۸
۲-۵-۵-۳- روش های مبتنی بر کوانتیزاسیون ۱۸
۲-۲-۱- چند ویژگی مهم واترمارک و الگوریتم های واترمارکینگ ۱۹

۲-۲-۱-۱- امانت داری و وفاداری ۱۹
۲-۲-۱-۲- بار مفید دیتا ۱۹
۲-۲-۱-۳- هزینه محاسباتی ۱۹
۲-۲-۱-۴- عمومی و خصوصی بودن طرح واترمارکینگ ۱۹
۲-۶- مروری بر پروژه ۲۰

فصل سوم: مروری بر سه روش CAT و Schur Decomposition و RS ECC

۳-۱- مقدمه..... ..... ۲۱
۳-۲-Cellular Automata Transform..... .... ۲۱
۳-۲-۱-Cellular Automata..... .... ۲۱
۳-۲-۱-۱- فضای دو بعدی ۲۴
۳-۲-۱-۱-۱- شبکه ی چهارگوش ۲۴
۳-۲-۱-۱-۲- شبکه ی شش گوش ۲۵
۳-۲-۲-Cellular Automata Transform..... .... ۲۵
۳-۲-۲-۱- ساخت توابع پایه ۲۶
۳-۲-۲-۲- توابع پایه متعامد ۲۸
۳-۲-۲-۳- نکلت مهم در طراحی توابع پایه تبدیل ۳۰
۳-۲-۳- کابرد CAT در علوم پردازش تصویر ۳۱
۳-۲-۳-۱- فشرده سازی تصویر ۳۱
۳-۲-۳-۲- یافتن لبه ۳۲
۳-۲-۳-۳- بزرگ نمایی ۳۳
۳-۳- Schur Decomposition..... .... ۳۵

۳-۴- کد گذاری کانال ۳۷

فصل چهارم: مروری بر آشوب، فراکتال و نگاشت لاجستیک

۴-۱- مقدمه ۴۳
۴-۲- آشوب و معیار های آن ۴۳
۴-۲-۱- مروری بر تاریخچه ی علم دینامیک و نظریه آشوب ۴۳
۴-۲-۲- سیستم‌های دینامیکی ۴۵
۴-۲-۳- مفاهیم اولیه ای از سیستم‌های دینامیکی ۴۶
۴-۲-۳-۱- سیستم غیر خطی ۴۶
۴-۲-۳-۲- سیستم معین ۴۷
۴-۲-۳-۳- فضای حالت و فاز ۴۷
۴-۲-۳-۴- نظریه پایداری ۴۷
۴-۲-۳-۵- نظریه دو شاخه گی ۵۰
۴-۲-۴- برخی تعاریف ریاضی مربوط به نظریه ی آشوب ۵۴
۴-۲-۴-۱- فضای متریک ۵۴
۴-۲-۴-۲- فضای توپولوژیک ۵۵
۴-۲-۴-۳- پوشش در توپولوژی ۵۵
۴-۲-۴-۴- مجموعه چگال ۵۶
۴-۲-۴-۵- هم ریختی یا تک ریختی توپولوژیکی ۵۶
۴-۲-۴-۶- مجموعه فشرده ۵۶
۴-۲-۴-۷- انتقال پذیری توپولوژیکی ۵۶
۴-۲-۵- آشوب ۵۷

۴-۲-۶- جاذب‌ها، سیستم‌های اتلافی و جاذب‌های غریب ۵۷
۴-۲-۷- نمونه‌هایی از معیارهای آشوب ۵۹
۴-۲-۷-۱- نمای لیاپانوف ۵۹
۴-۲-۷-۲- آنتروپی کولموگروف- سینای ۶۱
۴-۳- فراکتال ۶۴
۴-۳-۱- ابعاد فراکتالی ۶۴
۴-۳-۲- تعاریف ریاضی مربوط به فراکتالها ۶۴
۴-۳-۲-۱- بعد توپولوژیکی ۶۴
۴-۳-۲-۲- خود همانندی ۶۴
۴-۳-۲-۳- اندازه هاسدروف ۶۵
۴-۳-۲-۴- بعد هاسدورف ۶۶
۴-۳-۳- فراکتال ۶۷
۴-۴- نگاشت لاجستیک ۶۹

فصل پنجم: روش پیشنهادی و نتایج

۵-۱- مقدمه ۷۸
۵-۲- روش پیشنهادی ۷۸
۵-۲-۱- روش نهان سازی ۷۸
۵-۲-۲- روش آشکارسازی ۷۹

۵-۳- نتایج شبیه سازی ۸۵
۵-۴- تحلیل نتایج ۱۰۶
۵-۴-۱- شمای کلی از نتایج شبیه سازی به ازای حملات تصویری مختلف ۱۰۶
۵-۴-۲- پاسخ روش به تغییر پارامترها ۱۰۹
۵-۴-۳- مقایسه با کارهای مشابه ۱۱۲

فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۶-۱- مقدمه ۱۱۳
۶-۲- جمع بندی و ملاحظات ۱۱۳
۶-۳- پیشنهادها ۱۱۴

فهرست شکل ها:

شکل (۲-۱) مثالی از استگانوگرافی تصویر.....۴

شکل (۲-۲) ارتباط مخفی سازی اطلاعات و فشرده سازی.....۵

شکل (۲-۳) بلوک دیاگرام کلی سیستم واترمارکینگ به عنوان یک سیستم مخابراتی.....۱۰

شکل (۲-۴) تشخیص دستکاری های عمدی به کمک واترمارکینگ شکننده.....۱۱

شکل (۲-۵) دی کدر و آشکارساز در سیستم واترمارکینگ.....۱۲

شکل (۲-۶) مقایسه ی تبدیلات مختلف از نظر فشرده سازی انرژی.....۱۵

شکل (۲-۷) نمایش QIM، برای m=1 نگاشت به x و برای m=0 نگاشت به o.....۱۸

شکل (۳-۱) فضای سلولی تک بعدی.....۲۱

شکل (۳-۲) فضای سلولی دو بعدی مربعی.....۲۲

شکل (۳-۳) فضای سلولی دو بعدی شش ضلعی.....۲۲

شکل (۳-۴) آرایش سلول ها در طرح کلاس I.....۲۶

شکل (۳-۵) آرایش سلولها در فرم کلاس II.....۲۸

شکل (۳-۶) نمایشی تصویری از توابع پایه تبدیل.....۳۰

شکل (۳-۷) تفکیک فرکانسی تصویر حاصل از تبدیل CAT.....۳۱

شکل (۳-۹) نمایش بزرگ نمایی و کوچک نمایی تصویر با استفاده از تبدیل CAT، تصویر (الف) تصویر اصلی است.....۳۴

شکل (۳-۱۰) سیستم تصحیح خطا.....۳۸

شکل (۴-۱) نقاط ثابت به ازای مقادیر مختلف پارامتر r برای معادله ی $\dot{x} = r + x$.....۵۰

شکل (۴-۲) نمودار دوشاخه گی برای معادله ی $\dot{x} = r + x$.....۵۱

شکل (۴-۳) نقاط ثابت به ازای مقادیر مختلف پارامتر r برای معادله ی $\dot{x} = rx - x^2$.....۵۱

شکل (۴-۴) نمودار دوشاخه شدگی برای معادله ی $\dot{x} = rx - x^2$.....۵۲

شکل (۴-۵) نقاط ثابت به ازای مقادیر مختلف پارامتر r برای معادله ی $\dot{x} = rx - x^3$.....۵۲

شکل (۴-۶) نمودار دوشاخه شدگی برای معادله $\dot{x} = rx - x^3$.....۵۳

شکل (۴-۷) نمودار دوشاخه شدگی برای معادله ی $\dot{x} = rx + x^3$.....۵۳

شکل (۴-۸) نمودار $\mathrm{H}^s(F)$ بر حسب s برای مجموعه F، بعد هاسدورف مقداری از s است که به ازای آن افتی از بینهایت به صفر رخ می دهد.....۶۷

شکل (۴-۹) میزان رشد جمعیت در نگاشت لاجستیک به ازای r=3.3.....۶۹

شکل (۴-۱۰) میزان رشد جمعیت در نگاشت لاجستیک به ازای $r = 3.5$.....۷۰

شکل (۴-۱۱) مثالی از رشته ی غیر تکرار شونده به ازای $r=3.9$.....۷۱

شکل (۴-۱۲) منحنی چرخه برای نگاشت لاجستیک.....۷۲

شکل (۴-۱۳) منحنی دو شاخه شدگی نگاشت لاجستیک.....۷۳

شکل (۴-۱۴) مقدار جمعیت در نگاشت لاجستیک به ازای $r=3.8282$.....۷۴

شکل (۴-۱۵) مثالی از گذر از *intermittency* به *chaos*.....۷۵

شکل (۴-۱۶) رسم مشخصه ی لیاپانوف برحسب پارامتر کنترلی نگاشت (منحنی لیاپانوف).....۷۵

شکل (۵-۱) فرایند نهان سازی.....۸۰

شکل (۵-۲) فلوچارت مرحله نهان سازی.....۸۱

شکل (۵-۳) فرایند استخراج واترمارک.....۸۳

شکل (۵-۴) بلوک دیاگرام استخراج واترمارک.....۸۴

نمودار (۵-۵) BER برای فشرده سازی JPEG به ازای فاکتورهای کیفیت متفاوت.....۱۱۰

نمودار (۵-۶) BER برای نویز فلفل نمکی به ازای واریانس های نویز متفاوت.....۱۱۰

نمودار (۵-۷) BER برای نویز گوسی به ازای واریانس های نویز متفاوت.....۱۱۱

فهرست جدول ها:

جدول (۳-۱) ترکیب های مختلف در یک شبکه تک بعدی دو حالته.....۲۳

جدول (۳-۲) ارتباط بین تعدادی از قواعد Wolfram و W-set.....۲۴

جدول (۳-۳) تعداد راههای چرخش شبکه ی دو بعدی.....۲۵

جدول (۳-۴) تعدادی از توابع پایه ی دو بعدی.....۲۹

جدول (۴-۱) نحوه تحول تاریخی نظریه ی آشوب.....۴۴

جدول (۵-۱) تصاویر تست واترمارک شده و واترمارکهای استخراج شده بدون حملات تصویری.....۸۷

جدول (۵-۲) نمایش تصویری نتایج شبیه سازی برای تصویر Mashhad.....۸۸

جدول (۵-۳) نمایش تصویری نتایج شبیه سازی برای تصویر Peppers.....۹۱

جدول (۵-۴) نمایش تصویری نتایج شبیه سازی برای تصویر F16.....۹۴

جدول (۵-۵) نمایش تصویری نتایج شبیه سازی برای تصویر Baboon.....۹۷

جدول (۵-۶) نمایش تصویری نتایج شبیه سازی برای تصویر Aircraft.....۱۰۰

جدول (۵-۷) نمایش تصویری نتایج شبیه سازی برای تصویر Pepper.....۱۰۳

جدول (۵-۸) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی JPEG 35 روی تصاویر تست.....۱۰۶

جدول (۵-۹) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی نویز فلفل نمکی ۰/۰۵ روی تصاویر تست.....۱۰۶

جدول (۵-۱۰) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی نویز گوسی ۰/۰۵ روی تصاویر تست.....۱۰۶

جدول (۵-۱۱) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی متعادل سازی هیستوگرام روی تصاویر تست..۱۰۷

جدول (۵-۱۲) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی فیلتر میانه ۳×۳ روی تصاویر تست.....۱۰۷

جدول (۵-۱۳) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی فیلتر پایین گذر ۱۱×۱۱ روی تصاویر تست....۱۰۷

جدول (۵-۱۴) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی تصحیح گاما روی تصاویر تست.....۱۰۷

جدول (۵-۱۵) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی بلورینگ روی تصاویر تست.....۱۰۷

جدول (۵-۱۶) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی چرخش ۱ درجه روی تصاویر تست.....۱۰۸

جدول (۵-۱۷) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی برش ۲۵٪ روی تصاویر تست.....۱۰۸

جدول (۵-۱۸) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی تیز کردن روی تصاویر تست.....۱۰۸

جدول (۵-۱۹) شمای کلی از نتایج شبیه سازی حمله ی معکوس کردن رنگ روی تصاویر تست.....۱۰۸

جدول (۵-۲۰) BER برای فشرده سازی JPEG به ازای فاکتورهای کیفیت متفاوت.....۱۰۹

جدول (۵-۲۱) BER برای نویز فلفل نمکی به ازای واریانس های نویز متفاوت.....۱۰۹

جدول (۵-۲۲) BER برای نویز گوسی به ازای واریانس های نویز متفاوت.....۱۰۹

جدول (۵-۲۳) مقایسه ی مقاومت روش پیشنهادی و روش های مشابه.....۱۱۲

کلمات اختصاری:

CAT…… Cellular Automata Transform

LSB……. Low Significant Bit

RST…… Rotation, Scaling, Transmission

LBP…… Local Binary Pattern

HVS ……Human Visual System

DFT…… Discrete Fourier Transform

DCT……... Discrete Cosine Transform

DWT…… Discrete Wavelet Transform

DHT..... Discrete Hadamard Transform

FRIT..... Finite Ridgelet Transform

SS……..Spread Spectrum

SVD…… Singular Value Decomposition

FRFT…….....…….Fractional Fourier Transform

QIM…….……Quantization Index Modulation

ECC……..…..Error Correcting Code

CA……..Cellular Automata

WR……. Walfram Rule

LL……. Low level component

RS Code…….……Reed-Solomon Code

VLSI……..... Very Large Scale Integration

PLL……..……..……. Phase-Locked Loop

RGB…… Red, Green and Blue color channels

PSNR……..…..…Peak Signal to Noise Ratio

NC……Normalized Correlation

BER……..……Bit Error Rate

:

فصل اول

مقدمه

فصل دوم

واترمارکینگ

فصل سوم

مروری بر سه روش

CAT

Schur Decomposition

RS ECC